

**LA UTILITZACIÓ DE LA VARIABLE POBLACIÓ
EN ELS INDICADORS D'ACCESSIBILITAT.
AVANTATGES I INCONVENIENTS**

Marc Ajenjo Cosp
Joan Alberich González

**LA UTILITZACIÓ DE LA VARIABLE POBLACIÓ
EN ELS INDICADORS D'ACCESSIBILITAT.
AVANTATGES I INCONVENIENTS**

Marc Ajenjo Cosp
Joan Alberich González

227

Aquest treball s'inscriu en els projectes BSO2000-0477 *Población y migraciones en Cataluña. Estudio territorial, histórico y prospectivo* i el BSO2003-03443 *Vivienda, movilidad espacial y migraciones*, finançats pel Ministerio de Ciencia y Tecnología. Programa Nacional de Promoción General del Conocimiento. Plan Nacional I+D+I 2000-2003.

Comunicació presentada al *XVIII Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles*, celebrat a Bellaterra del 24 al 27 de setembre de 2003.

Centre d'Estudis Demogràfics

2003

Resum.- En l'anàlisi de l'accessibilitat territorial, sovint esdevé interessant expressar la magnitud de cada un dels nodes analitzats per tal de reflectir la utilitat que es deriva de la seva facilitat d'accés, que es pot interpretar com un indicador indirecte del benefici que una bona connexió genera per als altres nodes. Les possibilitats per reflectir la dimensió i la jerarquització dels nodes en el territori són múltiples i si bé l'elecció d'una o una altra es troba necessàriament en funció de l'objecte d'estudi, sovint s'utilitza la població que, si bé presenta una sèrie d'avantatges, evidència, al mateix temps, i segons quin tractament rebi en cadascun dels indicadors d'accessibilitat, un seguit d'inconvenients. L'anàlisi d'aquests avantatges i inconvenients és l'objectiu principal d'aquest treball, objectiu que es pretén assolir mitjançant l'aplicació al territori català de diversos indicadors –amb i sense la introducció de la variable demogràfica– per tal de discutir-ne, contrastar-ne i avaluar-ne la seva validesa.

Paraules clau.- Indicadors d'accessibilitat, Sistemes d'informació geogràfica, Xarxa viària, Distribució territorial de la població, Catalunya.

Resumen.- En el análisis de la accesibilidad territorial, a menudo es interesante expresar la magnitud de cada uno de los nodos analizados con el objetivo de reflejar la utilidad que se deriva de la su facilidad de acceso, que se puede interpretar como un indicador indirecto del beneficio que una buena conexión genera a los otros nodos. Las posibilidades para reflejar la dimensión y la jerarquización de los nodos en el territorio son múltiples y si bien la elección de una u otra se encuentra necesariamente en función del objeto de estudio, a menudo se utiliza la población, la cual, si bien presenta una serie de ventajas, muestra, igualmente, y según cuál sea el tratamiento que reciba en cada uno de los indicadores de accesibilidad, una serie de inconvenientes. El análisis de estas ventajas e inconvenientes es el objetivo principal de este trabajo, objetivo que se pretende alcanzar mediante la aplicación al territorio catalán de varios indicadores –con y sin la introducción de la variable demográfica– para discutir, contrastar y evaluar su validez.

Palabras clave.- Indicadores de accesibilidad, Sistemas de información geográfica, Red viaria, Distribución territorial de la población, Cataluña.

Abstract.- In the analysis of the territorial accessibility, it is often useful to determine the magnitude of each of the nodes analysed, in order to show the utility deriving from its accessibility, which can be interpreted as an indirect indicator of the benefits which good connections generate for other nodes. There are many possible ways to reflect the dimension and hierarchical order of nodes in a territory, and though the choice of one or another method are determined by the object of the analysis, a population variable is normally used. Although this can have a series of advantages, of course, it can also have a number of difficulties depending on its treatment. The main aim of this article is to analyse the advantages and disadvantages when the variable population constitutes a feature in the indicators of accessibility. To reach this objective various indicators have been used for the Catalan territory —with and without the introduction of the demographic variable— to evaluate, to contrast and discuss its validity.

Key words.- Accessibility indicators, Geographical Information Systems, Road network, Population distribution, Catalunya.

Résumé.- Dans l'analyse de l'accessibilité territoriale, il est souvent intéressant d'exprimer la magnitude de chacun des noeuds analysés avec l'objectif de refléter l'utilité dérivée de sa facilité d'accès, qui peut être interprété comme un indicateur indirect du bénéfice qu'une bonne connexion génère pour les autres noeuds. Les possibilités pour refléter la dimension et la hiérarchie des noeuds sur le territoire sont multiples, et bien que le choix de l'une ou l'autre dépend évidemment de l'objet de l'étude, on utilise le plus souvent la population, choix qui présente des avantages certains, mais aussi des inconvénients en fonction du traitement selon chacun des indicateurs d'accessibilité. L'analyse de ces avantages et inconvénients quand on choisit la population comme variable pour les indicateurs d'accessibilité est l'objet principal de ce travail, objectif que l'on prétend atteindre à partir de l'application au territoire de la Catalogne d'une batterie d'indicateurs, avec ou sans l'introduction de la variable démographique, afin d'en discuter, contraster et évaluer sa validité.

Mots clés.- Indicateurs d'accessibilité, Système d'information géographique, Réseau routier, Distribution spatiale de la population, Catalogne.

ÍNDIX

1.- Introducció: el concepte d'accessibilitat	1
2.- Els diferents tipus d'accessibilitat	4
3.- Metodologia	5
4.- Els indicadors d'accessibilitat	7
4.1.- Indicadors absoluts que prescindeixen de la població (IAAD i IAAT) ..	7
4.2.- La inclusió de la població en els indicadors absoluts (IAADP i IAATP)	10
4.3.- Indicadors relatius que prescindeixen de la població (IARD i IART) ..	14
4.4.- La inclusió de la població en els indicadors relatius (IARDP i IARTP)	19
5.- A manera de conclusió	29
Bibliografia	32

ÍNDIX DE FIGURES

1.- Esquema clarificador de quina aportació fa a l'accessibilitat la relació entre la distància en línia recta i la distància per la xarxa, en funció de la separació física dels municipis	28
---	----

ÍNDIX DE MAPES

1.- Indicadors d'accessibilitat absoluta sense tenir en compte la població	9
2.- Indicadors d'accessibilitat absoluta tenint en compte la població	13
3.- Indicadors d'accessibilitat relativa sense tenir en compte la població	17
4.- Indicadors d'accessibilitat relativa que tenen en compte la població	22
5.- Situació de les vies ràpides a Catalunya i posició d'alguns municipis	24

ÍNDIX DE TAULES

1.- Tipologia i notació dels indicadors utilitzats en l'anàlisi	7
2.- Relació entre els indicadors que tenen en compte la població i l'accessibilitat dels municipis a Barcelona	23
3.- Posició que ocupen alguns municipis situats al llarg de l'A-7 en el rànquing de municipis de Catalunya establert pels quatre indicadors d'accessibilitat relativa amb la introducció de la variable població	25

LA UTILITZACIÓ DE LA VARIABLE POBLACIÓ EN ELS INDICADORS D'ACCESSIBILITAT. AVANTATGES I INCONVENIENTS

1.- Introducció: el concepte d'accessibilitat

Des del punt de vista geogràfic, la definició més simple, però no per aquest motiu menys certa, de l'accessibilitat és considerar-la com «la possibilitat i la qualitat de comunicació entre punts del territori, és a dir, la facilitat de connexió entre dues o més localitzacions» (Departament de Política Territorial i Obres Públiques, 1987).

Aquesta definició genèrica amaga, però, l'existència de tres components importants que condicionen els nivells d'accessibilitat: la separació física entre localitzacions, el mitjà de transport utilitzat en el desplaçament i la interacció espaciofuncional que s'esdevé entre aquestes. Malgrat presentar-se per separat, aquests tres components no són independents els uns dels altres, sinó que es complementen i condicionen mútuament. És evident, per exemple, que el grau d'interacció que s'estableix entre dos punts del territori es troba en funció de la distància que els separa (en el que sovint s'anomena «impedància» o «fricció al moviment») i com aquesta es veu modificada pel grau d'eficiència dels diferents mitjans de transport (Levinson, 1998).

La importància atorgada a cadascun d'aquests tres components de l'accessibilitat ha variat al llarg de la història, de manera que mentre els primers estudis que tractaven l'accessibilitat tenien en compte només la separació espacial de dos punts –des d'una òptica estrictament topològica–, amb el pas del temps s'ha passat a atorgar importància al component d'utilitat, considerant-se també el cost d'oportunitats i la possibilitat de la població de participar en determinades activitats, fins arribar al benefici net que aconsegueix una població pel fet de tenir una determinada localització. Vegem amb una mica més de detall cadascun d'aquests components.

D'acord amb el primer dels tres components, l'accessibilitat de les localitzacions depèn de la seva pròpia localització física, és a dir, de la distribució en el territori en relació amb la resta

de punts. En aquest sentit, l'accessibilitat pot ésser entesa únicament com la separació física o la impedància entre dos o més punts, que habitualment ve reflectida per alguna d'aquestes mesures:

a) La distància. És la mesura de la separació física entre les diferents localitzacions, ja sigui en línia recta (és a dir, sense tenir en compte la dotació i la distribució de les infraestructures de transport) o bé mitjançant els sistemes de transport disponibles, de manera que no tan sols es té en compte la distribució espacial dels punts en el territori sinó la seva posició relativa als mitjans de transport.

b) El temps. Es basa en els mateixos principis que el càlcul en distància, però amb la conversió d'aquesta a unitats de mesura temporals gràcies a l'assignació d'unes velocitats específiques en funció de les característiques i el tipus d'infraestructura de transport utilitzada.

c) La despesa en transport. Un tercer sistema de la mesura de la impedància, més difícil de dur a la pràctica i, en conseqüència, menys utilitzat, és el càlcul dels costos monetaris de desplaçament, incorporant costos com el bitllet en el cas dels desplaçaments en transport públic o les despeses de funcionament de l'automòbil en el cas dels desplaçaments en vehicle privat.

A més, l'accessibilitat es troba necessàriament condicionada pel segon dels components, el mitjà de transport utilitzat en el desplaçament, el qual en condiciona, no només la durada, sinó fins i tot la possibilitat o no de fer-lo, i la percepció que se'n té. En aquest sentit, l'accessibilitat ha d'entendre's com «la facilitat amb què unes determinades activitats poden ser assolides des d'una determinada localització mitjançant un sistema de transport determinat» (Gutiérrez *et al.*, 1998; Gutiérrez i Gómez, 1999) o, altrament dit, «el grau en què els sistemes de transport possibiliten a la gent participar en activitats o assolir certes destinacions mitjançant l'ús d'un mode de transport o la combinació de més d'un» (Geurs i Ritsema Van Eck, 2001), de manera que una destinació pot ésser més accessible que no pas una altra en funció únicament de la seva posició central respecte el mitjà de transport principal (Geertman i Ritsema Van Eck, 1995; Schürmann *et al.*, 1997).

Finalment, molts autors incorporen un tercer element, el grau d'utilitat de les diferents localitzacions en funció de les seves característiques; és a dir, «les possibilitats que ofereix cada destinació potencial a l'hora de satisfer les necessitats dels ciutadans, de les empreses i dels serveis públics» (Makri y Folkesson, s. d.), emfasitzant, per tant, les interaccions

establertes entre els diferents punts en funció del seu grau d'atracció. Tenir en compte algun indicador relatiu a la importància de cada municipi planteja, com a primer problema, definir quina és la variable més adequada. Les possibilitats són moltes: la població, el número de llocs de treball, el producte interior brut, les possibilitats d'oci del municipi... Malgrat que el més pertinent és fonamentar la decisió sobre la base de l'objectiu de la recerca, molt sovint es considera la població com un bon indicador de la importància relativa dels municipis.

L'objectiu d'aquest article va precisament en aquest sentit, l'avaluació de l'ús de la variable població en els principals indicadors que s'utilitzen per a la mesura de l'accessibilitat, i la seva validesa en l'aplicació a la realitat territorial de Catalunya. Metodològicament, i per dur-lo a terme, s'han calculat en un primer moment els indicadors que no tenen en compte la diferent dimensió dels nodes, sinó que els tracten a tots per igual, mentre que seguidament s'ha incorporat la població amb l'objectiu d'analitzar, per un costat, els canvis entre ambdós tipus de mesures i, per l'altre, els avantatges o inconvenients de la inclusió.

En general, la utilització de la població, i no d'un altre indicador, com a mesura de la importància relativa del lloc de destinació, ofereix un seguit d'avantatges en el càlcul de l'accessibilitat, tant per tractar-se d'una variable de fàcil obtenció, ja sia en un moment donat o en sèries temporals llargues, com perquè els resultats que després es generaran seran fàcilment interpretables. Cal pensar, així, que es tracta de la millor opció possible, i més tenint en compte que està fortament correlacionada amb la majoria dels altres indicadors i que, per tant, els resultats d'utilitzar-ne un o altre no seran excessivament diferents.

Respecte de la unitat de mesura de la impedància, l'anàlisi mantindrà la distinció entre els resultats prenent la distància o el temps, prescindint-se, en canvi, dels resultats d'una mesura molt més subjectiva com la despesa en transport. Aquesta, a més, té uns requeriments més importants, derivats de la necessitat de convertir en unitats monetàries els múltiples factors que intervenen en l'elecció d'un mitjà de transport o un altre que, en el cas del vehicle privat, es podrien resumir en l'assignació d'un valor monetari al temps de desplaçament, la valoració econòmica del confort i la seguretat, del combustible, del desgastament del vehicle... essent, com es pot deduir, alguna d'aquestes valoracions força subjectives.

Un darrer aspecte que cal tenir en compte és el mitjà de transport pel qual s'analitzarà la facilitat o dificultat d'accés, que serà, en aquest cas, el vehicle privat. Dos en són els motius bàsics: en primer lloc, l'extensió i la importància de la xarxa viària, que abraça la totalitat

del territori català, de manera que el vehicle privat és l'únic mitjà de transport que permet accedir des d'un municipi de Catalunya a tots als altres sense necessitat d'utilitzar-ne cap més: permet prescindir de complicades aproximacions multimodals que, malgrat constituir la base d'alguns estudis similars a aquest, requereixen una gran quantitat de dades per tal de simular, no tan sols la freqüència de pas de totes les relacions de transport, sinó també els temps de transbordaments de l'una a l'altra en funció de la freqüència de pas. El segon motiu, no menys important, per a l'elecció del vehicle privat és el pes que té aquest mitjà de transport en la mobilitat habitual de les persones, especialment en els desplaçaments intermunicipals. En concret, i segons dades del padró d'habitants de 1996, el 57,6 % dels desplaçaments per motius de treball a Catalunya es realitzaven en vehicle privat mecanitzat (automòbil i motocicleta), xifra que augmenta fins al 75,4 % en els desplaçaments intermunicipals.

2.- Els diferents tipus d'accessibilitat

Des del punt de vista del territori, l'accessibilitat cal mesurar-la en relació a la resta de localitzacions amb les quals configuren el que pot anomenar-se com una xarxa formada per nodes –els diferents municipis de Catalunya– units entre si per diferents arcs –la xarxa viària que els connecta. L'accessibilitat d'un node en una xarxa pot considerar-se a partir de tres nivells de mesura, el que es coneix com a accessibilitat relativa, integral i global.

a) L'accessibilitat relativa és la mesura del grau de connexió entre dos punts d'una mateixa xarxa. La forma més senzilla és el càlcul de la distància que cal recórrer o el temps que cal invertir per assolir des d'una localització una altra. Com afirma Ingram (1971), cal fer constar que no es tracta necessàriament d'una mesura simètrica, a causa de la possible direccionalitat única dels arcs del recorregut.

b) L'accessibilitat integral, també anomenada absoluta per alguns autors (Gutiérrez i Monzón de Cáceres, 1993; Ángel, 2001), mesura el grau d'accessibilitat d'una localització a la resta de nodes de la xarxa o a una selecció. La forma més senzilla per expressar-la matemàticament és a partir de la suma de totes les seves accessibilitats relatives. Aquesta mesura, a diferència de l'anterior, es veu molt influenciada per la localització dels nodes en el territori, de manera que, i per donar un exemple del cas català, l'accessibilitat integral mesurada en temps de desplaçament de Vielha e Mijaran a la resta de capitals comarcals és d'uns 7.882 minuts, mentre que la de Manresa, a causa de la localització central en el

territori, és de només uns 3.133 minuts. Alguns autors, i per facilitar-ne més la interpretació, utilitzen la mitjana d'aquestes distàncies en comptes del sumatori.

c) L'accessibilitat global es correspon a l'agregació –en forma de suma, de mitjana, etc.– de les accessibilitats integrals de cada un dels nodes que formen la xarxa (Monzón de Cáceres, 1988), de manera que s'obté el grau d'interconnexió interna de cada xarxa. L'ús del sumatori com a forma d'agregació de les accessibilitats integrals –la forma més utilitzada en la bibliografia consultada– planteja, però, el problema que el valor obtingut no és comparable amb cap altre de similar, ja que depèn del nombre de nodes de cada àrea, de la seva posició relativa i de les variables que hi intervenen, no permetent-se així la comparació entre àrees. No obstant, aquest tipus de mesura sí que permet, per contra, realitzar comparacions de la variació temporal de l'accessibilitat d'una mateixa àrea; és a dir, si les destinacions es mantenen fixes al llarg del temps, és possible comparar com n'ha canviat l'accessibilitat per l'efecte de les modificacions en la qualitat i en la quantitat de la xarxa viària.

Dels tres nivells de mesura, en aquest treball es desenvoluparà el segon, de manera que es compararà, per a cadascun dels indicadors proposats, el grau d'accessibilitat d'un node (un municipi de Catalunya) a la resta de nodes utilitzant els arcs (la xarxa viària) que els uneixen.

3.- Metodologia

La proliferació de les utilitats informàtiques aplicades a la planificació i la gestió territorial i a la cartografia digital, i especialment les conegudes com «Sistemes d'Informació Geogràfica» (en endavant, SIG), han significat una revolució en el tractament i l'anàlisi de variables espacials.

En el cas de l'estudi que proposem, les dades utilitzades provenen de l'anomenat «Sistema d'Informació i Modelització per a l'Avaluació de Polítiques Territorials a Catalunya» (en endavant, SIMCAT), especialment dissenyat per a l'anàlisi de les infraestructures de transport a Catalunya i el seu impacte territorial per part de la consultoria MCRIT (www.mcrit.com) en el marc de la projecte de recerca Bridges del Quart Programa Marc de la Unió Europea. Actualment és usat pels tècnics del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya (Esquius *et al.*, 2002).

En el SIMCAT es troba representat, entre una llarga sèrie de classes temàtiques, el graf de la xarxa viària catalana segons la situació corresponent a l'any 2001. Format per un total de 15.626 arcs i 13.823 nodes, el graf té associat –a part de les pròpies característiques geogràfiques com la posició, la longitud...–, una sèrie d'informacions temàtiques, essent-ne la més important la referent a la velocitat de circulació, calculada a grans trets en funció de les classificacions tipològica i funcional, i posteriorment matisada a partir de la velocitat de projecte i de les característiques del traçat. Aquesta velocitat serà la base de bona part dels indicadors calculats, tots els que utilitzen el temps com a mesura de la impedància.

Per altra banda, la segona classe temàtica que s'ha utilitzat és la referent als centroides municipals; és a dir, el resultat de l'assignació a cadascun dels polígons municipals d'un punt representatiu que, en aquest cas, faci referència al seu punt central. Entre la informació temàtica que se'ls ha associat, la més important es refereix a les dades censals de població de l'any 2001, que constituïran la base dels indicadors d'accessibilitat que incorporen la utilitat de cadascun dels nodes.

La integració en el mateix SIMCAT de certes utilitats de càlcul ha facilitat el càlcul dels indicadors que s'analitzen més endavant. Així, s'han creat fins a tres matrius diferents de distàncies/temps entre tots i cadascun dels municipis catalans.¹

En primer lloc, s'ha elaborat una matriu de distància entre nodes en línia recta a partir de les seves coordenades UTM, és a dir, independentment de la possibilitat de connexió a través de la xarxa viària. Òbviament es tracta d'una matriu simètrica, ja que la distància d'un municipi a un altre és la mateixa en tots dos sentits de desplaçament.

La segona de les matrius elaborades fa referència igualment a la distància entre nodes, però en aquest cas a través de la xarxa viària, tenint en compte únicament la longitud dels trams de les carreteres per tal de determinar quin és el camí mínim entre dos punts, independentment de quina en sigui la velocitat de circulació. A diferència de l'anterior, es tracta d'una relació asimètrica, ja que les carreteres tenen definit el sentit de la circulació, que és únic en dos casos molt concrets: per una banda, les entrades i sortides de les autopistes; i, per l'altra, els carrers de la ciutat de Barcelona.

Finalment, la tercera matriu creada és la de temps mínim de desplaçament entre centroides, que es basa en els mateixos principis que la matriu de distàncies entre nodes a través de la

¹ El resultat és, doncs, la creació d'una matriu de 893.970 registres, resultat de multiplicar 946 per 945 municipis (la distància d'un municipi a si mateix s'ha considerat nul·la).

xarxa viària, però que a l'hora de determinar el camí mínim no es fa únicament tenint en compte la longitud de cada tram, sinó també la velocitat de circulació que té assignada.

4.- Els indicadors d'accessibilitat

La lògica que s'ha utilitzat per poder avaluar quines conseqüències implica la inclusió de la població en els indicadors ha estat mostrar, en primer lloc, quines conclusions s'extraurien utilitzant els indicadors que no utilitzen la població, i després els resultats a partir de la seva inclusió. Cadascuna de les aportacions s'ha desdoblat en funció de la mesura de la impedància utilitzada, distància o temps, analitzant-se també les diferències més importants entre els resultats d'una i de l'altra. Per fer-ho, s'ha dividit entre indicadors absoluts i indicadors relatius, és a dir i respectivament, entre els que només tenen en compte la localització física dels municipis i els que tenen en compte també les seves possibilitats reals. Aquesta estructura es pot resumir en el quadre següent:

Taula 1.- Tipologia i notació dels indicadors utilitzats en l'anàlisi

	Indicadors absoluts		Indicadors relatius	
	Distància	Temps	Distància	Temps
Sense tenir en compte la	IAAD	IAAT	IARD	IART
Incloent la població	IAADP	IAATP	IARDP	IARTP

Font: Elaboració pròpia a partir de l'adaptació de Nogales et. al (2002)

4.1.- Indicadors absoluts que prescindeixen de la població (IAAD i IAAT)

Tenen en compte la situació geogràfica dels municipis sense considerar que aquesta situació condiciona, forçosament, les possibilitats reals de comunicació. És en aquest sentit que cal qualificar-los d'absoluts, ja que se centren només en el valor de la impedància –ja sigui a través de la distància o el temps–, sense tenir en compte les possibilitats reals de cada municipi com a conseqüència de la seva localització geogràfica: en aquest sentit, a igualtat de condicions, un municipi geogràficament molt cèntric com pot ser Manresa a Catalunya, sempre es veurà beneficiat respecte de municipis més perifèrics com poden ser els municipis aranesos, o els del Delta de l'Ebre.

Una primera aproximació, utilitzada sovint com a referència és la mesura de la impedància en línia recta. Denominada també com a distància a vol d'ocell, es tracta de la distància mitjana

en línia recta des d'un origen a la resta de destinacions, essent, per tant, la mínima distància possible entre dos punts. Atès que només té en compte la localització geogràfica dels municipis, independentment de l'orografia i de la xarxa viària, es tractarà, en realitat, d'un indicador de centralitat neta. El seu únic avantatge és la senzillesa en la definició, càlcul i comprensió, avantatge que és, al mateix temps, el seu principal inconvenient, en tant que es tracta d'una mesura prèviament determinada sense possibilitats de modificació, i inalterable amb els canvis en la xarxa viària. Com a resultat sempre es generen unes àrees completament concèntriques al voltant del municipi més central de l'àrea estudiada. A Catalunya, concretament, el centre se situa a Sant Salvador de Guardiola que, en mitjana, es troba a 73,3 quilòmetres en línia recta de la resta de municipis. A partir d'aquest indicador tan simple s'observa que el Bages i l'Anoia es troben en el centre de Catalunya, mentre que en l'extrem contrari, les majors distàncies corresponen als municipis situats al sud –Montsià, Terra Alta i Baix Ebre– així com a la Val d'Aran, sent un municipi del Montsià com la Sénia, el municipi a major distància de la resta, 178,8 quilòmetres.

Una primera concreció a aquesta definició és la incorporació de la xarxa viària al càlcul de la impedància, tal i com es mostra en les expressions següents:²

$$IAAD_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij}}{n-1} \quad IAAI_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n t_{ij}}{n-1} \quad \text{on } d \text{ és la distància i } t \text{ és el temps}$$

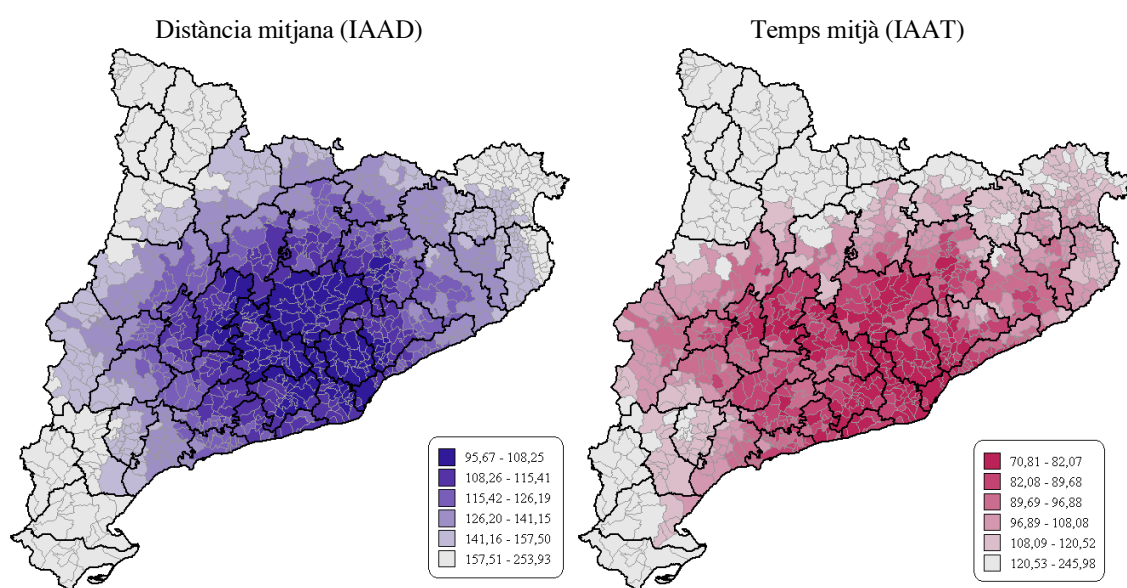
En la primera, a més de la localització, es té en compte el traçat de les carreteres, entès com la seva longitud, mentre que en el segon s'incorpora un tercer element, les característiques del traçat mesurat a partir de la velocitat de circulació. Es tracta també d'indicadors molt senzills i fàcils d'interpretar. Mentre que el primer indica quina és la distància mitjana a través de la xarxa entre un municipi i la resta, el segon mostra el què hom trigaria, en mitjana, per arribar des d'un municipi als altres.

El resultat d'aplicar aquests indicadors a la xarxa viària existent a Catalunya el 2001 mostra que, mentre el centre geogràfic se situava a Sant Salvador de Guardiola, el centre tenint en

² Cal observar que en la major part de les expressions referides a indicadors s'utilitzarà la mitjana, de manera que moltes vindran dividides entre n-1, que es tracta del nombre de distàncies que hi ha entre un municipi i els n-1 restants. Malgrat que en alguns treballs s'utilitza directament la suma, aquí s'ha optat per la mitjana ja que en facilita la interpretació. A més, la utilització d'una opció o l'altra només modifica l'escala de mesura, però no així la comparació entre l'accessibilitat dels diferents municipis.

compte la xarxa es desplaça lleugerament, situant-se a Manresa que, en mitjana, es troba a 95 quilòmetres de la resta de municipis, observant-se, a més, un desplaçament cap a la Regió Metropolitana de Barcelona i el litoral en general de les situacions d'accessibilitat més òptimes (vegeu el mapa 1). En l'extrem contrari, la pitjor part és per als municipis més nordoccidentals, essent la Val d'Aran la comarca més incomunicada, en tant que els seus nou municipis són també els que es troben a una major distància de la resta.

Mapa 1.- Indicadors d'accessibilitat absoluta sense tenir en compte la població



Font: Elaboració pròpia

Encara més importants són les diferències si en lloc de la distància s'avalua el temps (indicador IAAT). El desplaçament cap a l'entorn metropolità ara és molt més accentuat, de manera que el municipi més proper a la resta és Martorell, que situat en un veritable nus viari, es troba a 71 minuts de la resta de municipis de Catalunya (vegeu el mapa 1). A grans trets, s'intueixen tres nusos viaris molt importants: el de Martorell, en la intersecció de l'A-2 i l'A-7, l'entorn de Manresa, amb la C-16 i la C-25, i l'eix de Barberà del Vallès-Parets del Vallès, concretat en el triangle format per l'A-7, la C-58 i la C-17. En l'extrem oposat, un cop més se situa la Val d'Aran acompanyada de totes les comarques més nordoccidentals, l'Alta Ribagorça, el Pallars Jussà i el Pallars Sobirà, comarques afectades tant per una

orografia muntanyosa que dificulta un accés ràpid, com per una localització geogràfica molt extrema.³

4.2.- La inclusió de la població en els indicadors absoluts (IAADP i IAATP)

Per aquests indicadors la formulació més comuna consisteix en el càlcul de la impedància que separa un municipi de la resta ponderada per la població. Es tracta d'indicadors absoluts en tant que, com en els anteriors, no es té en compte les possibilitats reals de cada municipi, sinó només la seva comunicació amb la resta. La seva expressió més comuna és:

$$IAADP_i = \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij} P_j}{\sum_{j=1}^n P_j} \quad IAATP_i = \frac{\sum_{j=1}^n t_{ij} P_j}{\sum_{j=1}^n P_j} \quad \text{on } \begin{matrix} P \\ d_{ii} \end{matrix} \text{ és la població i } \begin{matrix} d_{ii} \\ t_{ii} \end{matrix} = 0$$

Les unitats de mesura són les mateixes que en els anteriors indicadors, és a dir, en quilòmetres per a la distància i en minuts per al temps, amb una interpretació molt senzilla si es té en compte que en realitat mesuren l'accessibilitat de les persones, i que, per tant, tots els habitants d'un municipi tindran la mateixa accessibilitat. En aquest sentit, per a un municipi qualsevol, es tracta de la distància mitjana (o de la mitjana de temps) que separa un individu d'aquest municipi de la resta de la població.

L'aportació principal sobre aquest tipus d'indicadors és la realitzada per Javier Gutiérrez Puebla de la Universitat Complutense de Madrid en els seus nombrosos treballs sobre l'impacte de les infraestructures de transport –especialment la xarxa viària i ferroviària d'alta velocitat– en els nivells d'accessibilitat tant en l'àmbit espanyol (Gutiérrez i Monzón de Cáceres, 1993; Gutiérrez i Gómez, 1999; Gutiérrez i Jaro, 1999; Gutiérrez, 2001) com en l'europeu (Gutiérrez *et al.*, 1994; Gutiérrez i Urbano, 1996; Gutiérrez *et al.*, 1996), essent adoptat també per altres autors (Herce Vallejo, 1983; Nogales *et al.*, 2002).

Un dels dubtes que es plantegen en incloure la població com a indicador de la importància del lloc de destinació, és quina ha de ser la importància de la població del municipi d'origen, és a dir, quin tractament ha de tenir la població pròpia en el càlcul de l'indicador. Dues són

³ Per al conjunt de Catalunya s'observa que, mentre la distància mitjana a la que es troben situats els municipis és de 132,9 quilòmetres, el temps mitjà que es trigaria en desplaçar-se entre dos municipis qualssevol es de

les opcions, o considerar-la com a important i tenir-la en compte, o prescindir-ne completament. Des d'un punt de vista teòric, no tenir-la present contradiu, en part, l'esperit d'aquests indicadors, en tant que si precisament es construeixen per tenir en consideració la importància del lloc de destinació, el mateix municipi de residència serà possiblement el principal lloc de destinació per a moltes de les activitats que requereixin accessibilitat –mobilitat habitual per motius laborals, d'estudi, de compra, d'oci... A més, la interpretació esmentada com a mitjana de la distància/temps a la qual es troba la resta de la població, no seria exacta si es prescindís dels habitants del mateix municipi. Per tot això, s'ha considerat necessari tenir-la en compte. De fet, des del punt de vista de la formulació dels indicadors l'única variació es dona en el denominador de les expressions que ara contindrà la població del mateix municipi, mentre que en cas contrari caldria excloure-la.⁴

Un cop decidit que no es pot prescindir de la població pròpia, el dubte està en determinar quina és la distància/temps d'un municipi a ell mateix. Tot i que el més habitual és considerar-la com a nul·la, es tracta evidentment d'una simplificació de la realitat ja que per desplaçar-se entre dos punts diferents, encara que siguin del mateix municipi, es requereix certa distància/temps.

S'han donat diferents intents per definir quina és l'accessibilitat interna d'un municipi. Entre aquests cal destacar el treball de Baradaran i Ramjerdi (2001) sobre l'accessibilitat per carretera de les principals ciutats europees, on es proposa una solució al càlcul de l'accessibilitat interna de cadascuna d'aquestes ciutats –les quals, per motius pràctics, es consideren circulars– en funció del seu diàmetre (d) estimat a partir de la població, i establint una velocitat mitjana de circulació fixa (en aquest cas, situada en 40 km/h), segons l'expressió següent:

$$t_{ii} = \frac{d/4}{40}$$

$$\text{on } d = \frac{\sqrt{\square/\square}}{2} \text{ i } \square = \frac{\text{Població}}{\text{densitat}}$$

102,8 minuts.

⁴ De fet, la inclusió o no de la pròpia població no altera les conclusions de l'estudi, ja que a grans trets els resultats són pràcticament els mateixos.

De forma similar s'expressen Van Wee *et al.* (2001) en el seu treball sobre la distribució dels llocs de treball a Holanda, on l'accessibilitat interna és una funció de la superfície aproximada de cada ciutat.

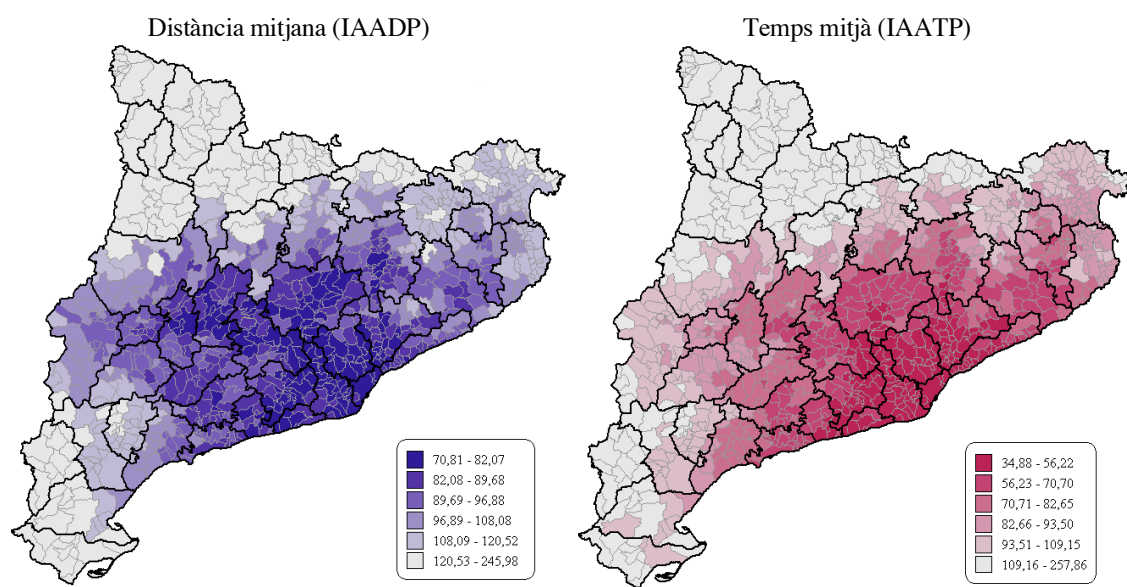
El gran inconvenient d'aquestes formulacions, i el motiu principal pel qual normalment no són utilitzades i pel qual no s'utilitzaran tampoc en aquest treball, és que requereixen d'informació molt detallada sobre cadascun dels municipis, informació que no sempre està a l'abast dels investigadors.

Entrant directament als resultats, la primera observació que cal fer és que, tant en distància com en temps, els habitants millor situats són els de Barcelona, que es troben a 43,4 quilòmetres de distància de la resta, i a 34,9 minuts. A més, el resultat d'ambdós indicadors ve fortament influenciat per les proximitats a Barcelona (vegeu el mapa 2), de manera que, en realitat, es tracta de mapes on l'única cosa que destaca és la posició absoluta (distància o temps) de cada municipi respecte de la capital catalana. En ambdós casos la pitjor situació és per als nou municipis de la Val d'Aran, concretament els habitants pitjor situats són els del municipi de Canejan, on un habitant hauria de recórrer, en mitjana, 284,8 quilòmetres o 257,9 minuts per trobar-se amb la resta de la població catalana.

La forma totalment concèntrica que es dibuixa en el mapa 2 porta a pensar que els dos indicadors, en realitat, no són una altra cosa que la distància absoluta i el temps absolut que es triga per arribar a Barcelona. Per a comprovar-ho, i amb l'objectiu d'avaluar les possibles semblances, s'han ordenat els 946 municipis de Catalunya en funció, per una banda, de la distància a Barcelona i del resultat de l'indicador IAADP i, per l'altra en funció del temps a Barcelona i del resultat de l'indicador IAATP (vegeu la taula 2). El resultat no pot ser més clarificador, en tant que en ambdós casos es dona un coeficient de determinació molt proper a la unitat, de manera que la variabilitat inherent a la distància respecte de Barcelona explicaria el 98,85 % de la variabilitat mostrada per IAADP, mentre que el temps que es triga per arribar a Barcelona explica el 98,73 % d'IAATP.⁵

⁵ S'ha repetit, amb resultats molt semblants, el mateix exercici a partir dels indicadors construïts sense tenir en compte la pròpia població. En aquest cas, el coeficient de determinació per a la distància és del 98,6 % i per al temps del 98,8 %.

Mapa 2.- Indicadors d'accessibilitat absoluta tenint en compte la població



Font: Elaboració pròpia

Malgrat que sembla coherent que la situació respecte de Barcelona hagi de ser important per a l'accessibilitat d'un municipi, la seva importància hauria de ser semblant a la importància que té la seva població.⁶

Per acabar, només resta destacar que les diferències observades entre l'indicador de distància i el de temps són poc importants i obeeixen precisament a la diferència entre distància/temps a Barcelona. Mentre que en el primer cas la distribució dels nivells d'accessibilitat sobre el territori adopta una forma bastant concèntrica entorn als municipis centrals de la Regió Metropolitana de Barcelona, l'indicador de temps ve més determinat per la configuració de la xarxa viària de qualitat que conflueix a Barcelona, intuïnt-se els principals eixos viaris al voltant dels quals es dibuixen certs passadissos amb accessibilitat relativament elevada. És el cas, per exemple, dels valors elevats que s'observen entorn de l'autopista A-7, tant al nord de Barcelona (comarques de la Selva i el Gironès, principalment), com cap al sud (Baix Penedès, Tarragonès i Baix Camp), al voltant de l'autopista A-2 cap a les Terres de Ponent, així com en la direcció de les carreteres nacionals C-16 i C-17 al seu pas per les comarques del Berguedà i Osona, respectivament.

⁶ En concret, la població de Barcelona representa pràcticament el 24 % de la població catalana i, juntament amb la seva regió metropolitana, prop del 70 %, de manera que el pes de la població d'aquesta àrea en els resultats de l'indicador a escala catalana hauria de ser similar a aquests percentatges.

4.3.- Indicadors relatius que prescindeixen de la població (IARD i IART)

Un dels problemes esmentats en els indicadors absoluts és que en el seu càlcul no es tenen en compte les limitacions inherents a la localització dels municipis, sinó que calculen la mitjana de la distància o del temps sense tenir en compte que pot ser conseqüència únicament de la separació física entre els municipis. La conseqüència immediata és la dificultat de les localitzacions situades en el contorn de l'àrea estudiada, de mostrar, des d'aquesta perspectiva, una bona accessibilitat.

Els indicadors relatius intenten minimitzar aquest problema, en tant que no utilitzen directament la distància o el temps, sinó en relació a la distància o al temps ideal, és a dir, la mínima distància o el mínim temps de recorregut. En quant a la distància, és innecessari assenyalar que referir-se a la mínima distància és equivalent a utilitzar la distància en línia recta, ara bé, el temps mínim dependrà, per un costat de la mateixa distància mínima i per tant de la distància en línia recta, però també de la velocitat màxima de circulació. Les dues possibilitats més freqüents són, o bé prendre com a referència la velocitat mitjana de circulació per la xarxa viària, o bé la velocitat màxima. Aquesta darrera opció facilita la interpretació de l'indicador que així passa a tenir una lectura equivalent al de la distància, de manera que mentre aquest serà interpretat en termes de distància mínima –una línia recta–, l'altre ho serà en termes de temps mínim –recorregut en línia recta circulant al màxim de velocitat. Concretament, la velocitat màxima que es prendrà correspon amb la velocitat màxima permesa pel codi de circulació, que és de 120 km/h.

Malgrat tot, la utilització d'una o altra velocitat no té cap mena de repercussió en el càlcul dels indicadors relatius, ja que l'única diferència és un canvi en l'escala de la mesura, en tant que la relació que mantindrà amb els diferents municipis serà exactament la mateixa. Així, i si anomenem V_r a la velocitat en línia recta, es compleix que:

$$V_r = \frac{dr_{ij}}{tr_{ij}} \quad \square \quad tr_{ij} = \frac{dr_{ij}}{V_r}, \text{ i per tant, la relació } \frac{t}{tr} \text{ en realitat pot escriure's com a } V_r \frac{t}{dr}$$

Expressió on s'observa que un canvi en la velocitat en línia recta només modificarà el valor de cada municipi multiplicant-lo per l'invers d'aquesta velocitat, mentre que no tindrà un efecte real en la comparació entre municipis.

És habitual veure la utilització de dues expressions semblants per tal d'assignar a cada municipi un valor d'accessibilitat relativa (Calvo *et al.*, 1993):

Una mitjana de totes les relacions entre la impedància real i la impedància en línia recta, tal i com se mostra a continuació

$$IARD1_i = \frac{\sum_{j=1; j \neq i}^n \frac{d_{ij}}{dr_{ij}}}{n-1} \quad IART1_i = \frac{\sum_{j=1; j \neq i}^n \frac{t_{ij}}{tr_{ij}}}{n-1} = \frac{Vr \sum_{j=1; j \neq i}^n \frac{t_{ij}}{dr_{ij}}}{n-1}$$

La suma de totes les impedàncies reals dividit entre totes les impedàncies ideals

$$IARD2_i = \frac{\sum_{j=1; j \neq i}^n d_{ij}}{\sum_{j=1; j \neq i}^n dr_{ij}} \quad IART2_i = \frac{\sum_{j=1; j \neq i}^n t_{ij}}{\sum_{j=1; j \neq i}^n tr_{ij}} = \frac{Vr \sum_{j=1; j \neq i}^n t_{ij}}{\sum_{j=1; j \neq i}^n dr_{ij}}$$

La diferència de construcció entre ambdues expressions rau en la importància que atorguen a les distàncies més llargues, o als temps superiors. En les dues primeres, al sumar-se directament les relacions, el pes de totes les distàncies és el mateix, independentment de la seva magnitud. En canvi, en la construcció de les dues últimes, on se sumen per separat les distàncies/temps reals de les distàncies/temps ideals, el resultat ve condicionat, en gran mesura, per les magnituds més elevades, les quals convertiran en pràcticament imperceptible, les menors magnituds. A efectes pràctics això significa que l'indicador prima més la comunicació amb els municipis situats lluny que amb els més propers: a tall d'exemple, es traduiria en que per a l'accessibilitat d'Ampostà seria més important estar ben connectat amb la Seu d'Urgell que amb Tortosa.

Aquest pot ser un gran inconvenient, en tant que la lògica porta a pensar en l'opció contrària com a més coherent: a igualtat de condicions, les relacions que s'establiran sempre seran més importants amb els municipis propers que amb els més allunyats i, per tant, un accés curt i ràpid a un municipi situat, per exemple, per sota dels 50 quilòmetres generarà més beneficis que l'accés a un municipi situat, per exemple, per sobre dels 300 quilòmetres. Per

tot això, els indicadors que es calcularan i que es comentaran a continuació, seran els dos primers, encara que es donarà també alguna referència als altres dos.

Un dels avantatges d'aquests indicadors és la seva interpretació. Tant en el cas de la distància com en el del temps, el valor mínim que pot prendre és 1, valor que s'incrementa a mesura que es dificulta l'accés. Si en un municipi, per a la distància, l'indicador pren aquest mínim, significa que el municipi es troba connectat a la resta a través d'una línia recta; mentre que si el pren pel temps, és que, a més d'una línia recta, per aquesta es pot circular a la màxima velocitat. Els valors superiors a la unitat equivalen al percentatge d'impedància, a la pèrdua provocada per no disposar d'una xarxa viària perfecta (una recta en el cas de la distància i a la màxima velocitat pel temps).⁷ En cap dels dos casos, hi ha un màxim teòric en l'indicador, sinó que a mesura que la xarxa tingui menor qualitat en el sentit que s'allunyi molt de la recta i restringeixi molt la velocitat de circulació, major serà el valor de l'indicador.

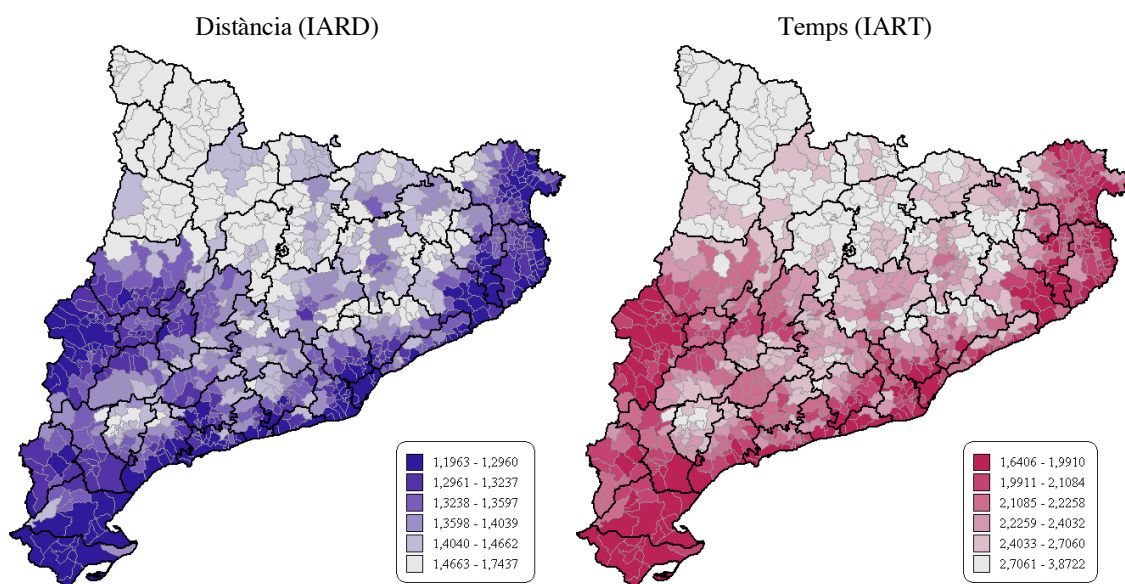
Observant els resultats dels indicadors s'arriba a la conclusió que un dels objectiu pels que han estat definits es compleix: a diferència dels indicadors absoluts, el grau d'accessibilitat dels municipis no és com a conseqüència de la seva localització en el territori, sinó a la seva proximitat a la xarxa viària, la qual permet desplaçaments entre municipis a partir de la menor relació entre la impedància real i la impedància ideal (vegeu el mapa 3). La diferència entre l'indicador de distància i el de temps és que en els resultats del darrer s'observa més clarament la influència de la qualitat de la xarxa viària, de manera que les carreteres de segon ordre, on no és possible circular a alta velocitat, estan subjectes a certa penalització respecte de les carreteres preferents, les quals apareixen dibuixades més nítidament en el mapa, gràcies a la millora relativa en els municipis per on transcorren.

Alguns dels resultats d'ambdós indicadors són, per exemple, que el municipi millor situat tant respecte de la distància com del temps, és Ulldecona, des del qual per a desplaçar-se a qualsevol altre municipi de Catalunya cal, en mitjana, un 19,6 % més de quilòmetres que els estrictament necessaris, i un 64,1 % més de minuts. Però no tan sols Ulldecona, sinó que tota la comarca del Montsià es troba en una situació privilegiada, tant en un com en l'altre indicador, així com les comarques veïnes del Baix Ebre i la Terra Alta, i tota la franja litoral

⁷ En un municipi on, per exemple, per a la distància prengui el valor d'1,2, indicarà que per a desplaçar-se d'aquest municipi a la resta cal recórrer un 20 % més de quilòmetres que els estrictament necessaris, els generats per unes comunicacions rectes; mentre que un indicador de temps d'1,5 cal llegir-lo com la necessitat d'un 50 % més de temps que si es pogués circular per una autopista en línia recta.

per on transcorre l'autopista A-7. També els municipis del Segrià per on circula l'A-2 i la remodelada autovia N-II, es troben en una bona posició en ambdós indicadors.⁸

Mapa 3.- Indicadors d'accessibilitat relativa sense tenir en compte la població



Font: Elaboració pròpia

Una menció especial mereixen els municipis del contorn metropolità de Barcelona i, en especial, la mateixa capital catalana. Com era d'esperar, l'àrea metropolitana, sobretot la pròxima al litoral, es troba en una bona posició relativa. Ara bé, la situació de Barcelona és realment ambivalent, en tant que se situa en una posició molt bona respecte de la distància –ocupa el catorzè lloc–, en tant que els desplaçaments a la resta de municipis tan sols tenen una penalització del 23,1 %, mentre que respecte el temps la seva posició decau fins al lloc cent dinovè, requerint-se un 96,1 % més de minuts dels necessaris si estigués unida a la resta mitjançant autopistes en línia recta. Aquesta discordança entre distància i temps mereix una reflexió més àmplia que es farà tot seguit.

Abans, però un apunt sobre les zones pitjor situades, entre les que es troben els municipis de l'interior, amb un entramat viari molt perjudicat per l'orografia muntanyosa, com són els casos de la regió pirinenca, el Montsant, el Montseny, el Montsec... La situació de mala accessibilitat és una constant en algunes comarques dels Pirineus com el Pallars Sobirà, l'Alt

⁸ Per al conjunt de municipis catalans, la mitjana de penalització en el cas de la distància és del 37,8 % i del 132,2 % en el del temps.

Urgell, o el Pallars Jussà; mentre que en altres casos ve molt més circumscrita a municipis concrets com són els casos de Fogars de Montclús o Granera en la comarca del Vallès Oriental, en ple massís del Montseny; Albanyà i Maçanet de Cabrenys en la zona muntanyosa de les Alberes, a l'Alt Empordà; o altres municipis del Montsant, del Priorat, etc.

Concretament, i tenint en compte l'indicador de la distància, la pitjor situació és per al municipi de Farrera, situat al Pallars Sobirà, de manera que els seus 100 habitants han de recórrer una distància 1,74 vegades més gran que en el supòsit d'una xarxa en línia recta. En l'indicador de temps, aquesta situació és per a Gisclareny, un petit municipi del Berguedà, on per accedir-hi cal recórrer un tram relativament llarg de via no asfaltada, i des d'on per a desplaçar-se a la resta de municipis cal 3,9 vegades més de temps que si la xarxa estigués formada per autopistes en línia recta.

La situació de vies en mal estat que condueixen a una via principal és la diferència més gran entre l'indicador de distància, al qual aquesta circumstància pràcticament no l'afecta, i l'indicador de temps, molt susceptible a trams de velocitat reduïda. Altres exemples es donen en alguns municipis propers a la Costa Brava: Colera ocupa la posició 132 en quant a la distància i la 408 en quant el temps, Portbou passa de la 426 a la 668, o Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura que passa de la 292 en distància a la 597 en temps, en són només alguns exemples.

Una altra gran diferència entre ambdós és el cas ja esmentat de Barcelona i altres aglomeracions urbanes. La baixa velocitat de circulació de la xarxa en els trams urbans penalitza, forçosament, l'accessibilitat dels municipis que tinguin representada una major densitat de la seva trama urbana, la qual, pel fet de tenir definida una velocitat realment baixa (uns 20 km/h) que reflecteix correctament el volum circulatori de la ciutat, incideix negativament en el temps d'accés allunyant molt la impedància real de la ideal. Vegem-ho amb un exemple fictici. En una ciutat de cinc quilòmetres de radi, per arribar des del centre fins a la sortida, la impedància ideal és dels mateixos cinc quilòmetres si es té en compte la distància, i de dos minuts i mig si es té en compte el temps (a velocitat màxima de 120 km/h). Encara que per a desplaçar-se des del centre fins a la perifèria existís una línia recta, com que la velocitat de circulació serà molt baixa, al voltant dels 20 quilòmetres per hora, per sortir de la ciutat es trigarà uns 15 minuts: la relació entre la distància i la distància en línia recta seria propera a 1, mentre que la relació entre el temps i el temps en línia recta seria de 7,5, amb les repercussions que això tindrà en el valor que acabarà prenent

l'indicador, ja que aquests tram cal recorre'l en tots els desplaçaments que tinguin l'origen a la ciutat.

Un exemple empíric d'aquest problema és el càlcul de l'accessibilitat relativa entre l'Hospitalet de Llobregat i Barcelona, dues ciutats englobades dintre del continu urbà i on, per tant, desplaçar-se entre els dos centroides significa haver de recórrer només trams urbans. Si es pren la distància relativa com a mesura d'accessibilitat, pel fet d'estar els centres de les ciutats connectats per carrers que segueixen una línia recta, aleshores la relació entre la distància real i la distància en línia recta pren un valor molt baix, 1,08 –un 8 % més que el desplaçament ideal–, de manera que entre tots els municipis de Catalunya, l'Hospitalet de Llobregat se situa com el sisè millor comunicat amb Barcelona. En canvi, si s'opta per considerar com a indicador d'accessibilitat la relació entre els temps, aleshores el resultat canvia radicalment, de manera que la circulació només a través de trams urbans penalitza l'indicador que pren el valor de 6,22 (sis vegades més que circulant en línia recta a la màxima velocitat): en el rànquing de municipis, l'Hospitalet de Llobregat se situa com el municipi més mal comunicat amb Barcelona. A continuació veurem com aquest inconvenient encara s'agreuja més en els indicadors relatius que tenen en compte la població.

4.4.- La inclusió de la població en els indicadors relatius (IARDP i IARTP)

De la mateixa manera que per mesurar l'accessibilitat relativa hi ha dues expressions diferents, una construïda com la mitjana de les relacions entre la impedància real i la ideal, i l'altra com la relació entre la suma de la impedància real i la suma de la impedància ideal, en incorporar la població com a mesura de la importància del lloc de destinació, aquesta doble perspectiva es manté. Així, en la literatura consultada s'observa la utilització de dos indicadors relatius que tenen en compte la població, i que tenen definicions anàlogues a les anteriors:

Una mitjana de les relacions entre impedància real i ideal, ponderada per la població, que s'expressa de la forma (Calvo et al., 1993; Monzón de Cáceres, 1988; Nogales et al., 2002):

$$IARDP1_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{d_{ij}}{dr_{ij}} P_j + P_i}{\sum_{j=1}^n P_j} \quad IARTP1_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{t_{ij}}{tr_{ij}} P_j + P_i}{\sum_{j=1}^n P_j} = \frac{Vr \sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{t_{ij}}{dr_{ij}} P_j + P_i}{\sum_{j=1}^n P_j}$$

El quocient entre la suma d'impedàncies reals i suma d'impedàncies ideals, que té en compte la importància del lloc de destinació, i que es formularia (Calvo *et al.*, 1993):

$$IARDP2_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij} P_j}{\sum_{j=1, j \neq i}^n dr_{ij} P_j} \quad IARTP2_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n t_{ij} P_j}{\sum_{j=1, j \neq i}^n tr_{ij} P_j} = \frac{Vr \sum_{j=1, j \neq i}^n t_{ij} P_j}{\sum_{j=1, j \neq i}^n dr_{ij} P_j}$$

Tal i com s'observava en els indicadors d'accessibilitat relativa que no tenien en compte la població, en les expressions on se sumen per separat la impedància real i la ideal, el resultat final vindrà molt més condicionat per les distàncies llargues que no pas per les curtes, aspecte que, com s'ha esmentat, contradiu la lògica del concepte d'accessibilitat. Per això, per als comentaris de caràcter més general, així com per observar quina distribució té aquesta mesura en el conjunt del territori, només es tindran en compte les primeres expressions –IARDP1 i IARTP1.⁹

Un dels primers aspectes que cal assenyalar per a una interpretació i una lectura correctes d'aquests indicadors és el fet que no tenen unitats, sinó que poden expressar-se en forma de percentatge, essent el percentatge de distància (o temps) que un resident en un municipi de Catalunya perdria si volgués assolir algun dels habitants del país, com a conseqüència de no disposar d'una xarxa perfecta. Vegem, abans d'analitzar-los amb més detall, algunes variants que afecten bàsicament a dos dels termes de la formulació.

Per un costat, en algunes ocasions la formulació només consta del numerador, no venint, per tant, dividida per la suma de la població, de manera que les unitats que pren aleshores l'indicador són unitats de població. Es tracta d'un canvi d'unitats que només comporta un canvi d'escala en els indicadors, ja que la posició que prendrà cada municipi no es veurà gens alterada. Malgrat això, prescindir d'aquest denominador sí que en dificulta la

⁹ De totes maneres, i per comprovar que les conclusions no depenen de l'elecció d'uns o altres, els càlculs més rellevants es reproduiran per a les quatre expressions.

interpretació, de manera que ja no pot ser expressat com el percentatge de pèrdua anteriorment esmentat.

La suma que aquí es fa de la població del mateix municipi tant en el numerador com en el denominador també desapareix en algunes de les formulacions consultades. Les conseqüències són les mateixes que les esmentades en els indicadors absoluts, de manera que la seva inclusió significa considerar que els desplaçaments interns dels municipis impliquen una impedància nul·la, mentre que prescindir-ne és considerar que la població del mateix municipi no és important per a la pròpia accessibilitat.

La consideració d'aquestes variants genera fins a vuit noves possibilitats d'indicadors, quatre per a la distància i quatre per al temps. Les diferències entre totes aquestes són mínimes, ja que en el fons en totes preval el mateix concepte d'accessibilitat, de manera que la utilització d'una o altra no modifica de forma significativa cap de les conclusions que s'exposaran més endavant.

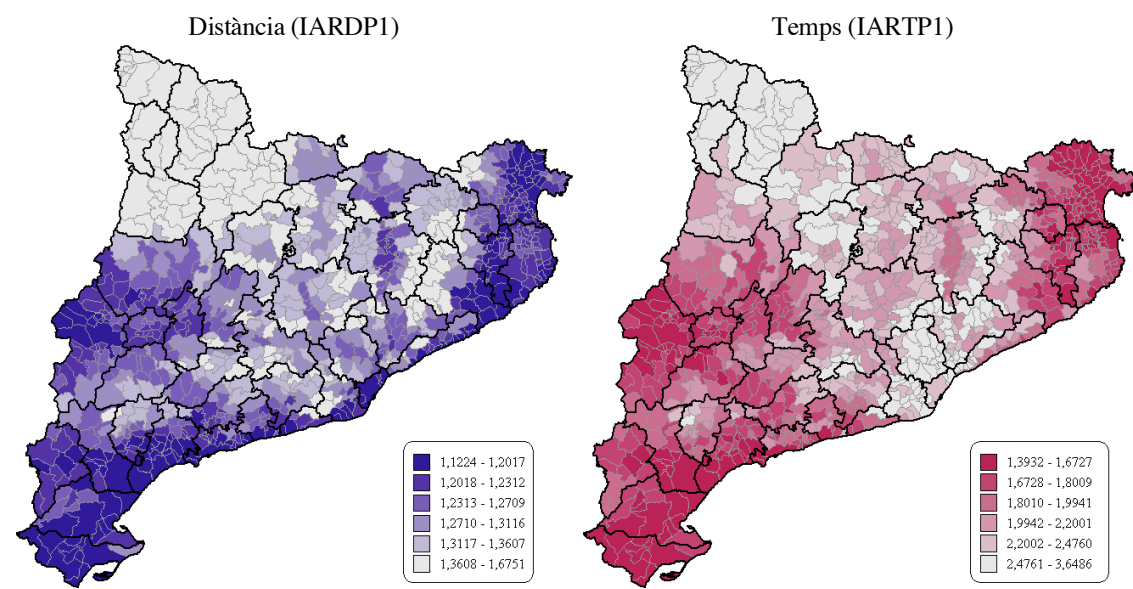
La representació cartogràfica dels resultats d'aquests indicadors (vegeu el mapa 4) mostra una distribució territorial dels nivells d'accessibilitat semblants als dels indicadors relatius que no tenien en compte la població de cada municipi. Així, són novament els municipis situats en els extrems del país amb bones comunicacions (Terres de l'Ebre, l'Empordà i la Depressió Central) els que presenten uns nivells d'accessibilitat més elevats, essent els municipis més ben situats, Amposta en el cas de l'indicador de distància, i l'Aldea en el de temps.

Per contra, entre els municipis pitjor situats trobem, d'una banda, els ja coneguts de les comarques pirinenques més occidentals (Val d'Aran, Pallars Jussà, Pallars Sobirà i Alta Ribagorça) i, de l'altra, els municipis força propers a Barcelona tant del Vallès Occidental i del Vallès Oriental com del Baix Llobregat, situació que encara es fa més palesa en el cas de l'indicador de temps. L'explicació d'aquest, a priori, contrasentit –caldría pensar que, per la seva proximitat a Barcelona, aquests municipis presentessin uns nivells d'accessibilitat majors– s'explicarà tot seguit.

En efecte, aquesta distribució territorial dels indicadors ve condicionada, sens dubte, per les característiques del poblament a Catalunya, on en un territori molt petit es concentra una gran quantitat de població, de manera que el valor que acabaran prenent els indicadors que tinguin en compte la població vindrà fortament condicionat per les dificultats d'accés del

municipi a les grans concentracions de població, és a dir, a la Regió Metropolitana de Barcelona.

Mapa 4.- Indicadors d'accessibilitat relativa que tenen en compte la població



Font: Elaboració pròpia

Per verificar-ho s'ha calculat la relació entre el resultat de cadascun d'aquests indicadors (en aquest cas s'han utilitzat els quatre) i la mesura directa amb Barcelona, és a dir, quin resultat s'hauria obtingut si els indicadors tinguessin en compte només la posició relativa amb la capital. El coeficient de determinació entre l'ordre que estableix cadascun dels indicadors i l'ordre que sortiria si només es tingués en compte la relació amb Barcelona, és superior al 80 % en tots els casos, de manera que la seva variabilitat ve explicada per la variabilitat d'algun tipus de relació amb Barcelona, observant-se, a més, un cas extrem en una de les mesures que utilitza el temps, que arriba fins al 96 % (vegeu la taula 2).

Malgrat que encara és molt considerable, la importància que té Barcelona ja no és tan exagerada com en els indicadors absoluts, on superava el 98 %. De fet, malgrat que no es pot establir una correlació directa entre el pes de la població i la seva incidència en un indicador d'accessibilitat, sí que sembla coherent pensar que si, com s'ha dit, en el conjunt de la Regió Metropolitana de Barcelona es concentra pràcticament un 70 % de la població de Catalunya, aquesta podria ser una incidència adequada en els indicadors d'accessibilitat. Alguns dels

resultats obtinguts, malgrat que superen aquest valor, estarien propers a aquest marge, de manera que aquest no seria un bon motiu per rebutjar-los com a bons indicadors.

Taula 2. Relació entre els indicadors que tenen en compte la població i l'accessibilitat dels municipis a Barcelona

Indicadors d'accessibilitat	Relació amb Barcelona	Coefficient de determinació
IAADP	$ord(d_{i/BCN})$	0,9885
IAATP	$ord(t_{i/BCN})$	0,9873
IARDP1	$ord\left(\frac{d_{i/BCN}}{dr_{i/BCN}}\right)$	0,8400
IARTP1	$ord\left(\frac{t_{i/BCN}}{tr_{i/BCN}}\right)$	0,9621
IARDP2	$ord\left(\frac{d_{i/BCN}}{dr_{i/BCN}}\right)$	0,8290
IARTP2	$ord\left(\frac{t_{i/BCN}}{tr_{i/BCN}}\right)$	0,8660

Font: Elaboració pròpia

Ara bé, aquests resultats no expliquen la situació mostrada en el mapa 4, on, tal i com s'ha comentat, s'observa que els municipis situats a una distància relativament propera de Barcelona presenten una de les accessibilitats més baixes de Catalunya, sobretot en l'indicador de temps, malgrat que molts tenen una autopista molt propera que els connecta directament amb la capital (vegeu en el mapa 5 quina és la distribució de les vies ràpides a Catalunya el 2001).

Per comprendre millor com actuen i interactuen els indicadors, s'ha optat per mostrar el resultat que prendria l'accessibilitat en diferents municipis de Catalunya. Per facilitar la comparació, es mostra el rànquing que ocupen els diferents municipis, de manera que valors propers a 1 equivaldrien, segons l'indicador, al municipi millor connectat de Catalunya, mentre que com més proper sigui el resultat a 946, en pitjors condicions es trobarà el

municipi. Els municipis escollits es troben repartits al llarg de l'autopista A-7, des del nord fins al sud, i es troben tots propers a alguna gran ciutat: Santa Llogaia d'Àlguema, proper a Figueres; Vilablareix, proper a Girona; Llinars del Vallès, situat entre Sant Celoni i Granollers; Rubí, en ple centre metropolità i molt proper a Barcelona; Santa Margarida i els Monjos, proper a Vilafranca del Penedès; Altafulla, al nord de Tarragona; i l'Aldea, entre Tortosa i Amposta¹⁰ (vegeu el mapa 5 i la taula 3).

Mapa 5.- Situació de les vies ràpides a Catalunya i posició d'alguns municipis



Font: Elaboració pròpia

Una de les primeres observacions que cal fer és la diferència entre utilitzar la distància o el temps com a mesura d'impedància. Una part de la diferència ha estat explicada en els indicadors de localització relativa, quan es mostrava que la utilització del temps relatiu ve molt afectada pels trams urbans que cal recórrer entre els punts, de manera que com més llargs siguin aquests, més allunyats es trobaran del temps en línia recta, i més malparada quedarà l'accessibilitat del municipi. En la distància, en canvi, no passava, sinó que es produïa fins i tot el fenomen contrari, en tant que els trams urbans, tendeixen a ser més rectes. No es pot oblidar, a més, que en aquests indicadors s'està tenint en compte també el pes de la

¹⁰ L'elecció d'aquests municipis i no uns altres té un caràcter merament il·lustratiu. De fet, les conclusions que

població, i que òbviament aquest està relacionat amb l'existència de més o menys trama urbana, amb la qual cosa la diferència generada per un major o menor trajecte urbà serà encara més important.

Taula 3.- Posició que ocupen alguns municipis situats al llarg de l'A-7 en el rànding de municipis de Catalunya establert pels quatre indicadors d'accessibilitat relativa amb la introducció de la variable població

	dr_{BCN}	IARDP1	IARTP1	IARDP2	IARTP2
Santa Llogaia d'Àlguema	114,12	76	36	80	23
Vilablareix	81,43	206	204	170	84
Llinars del Vallès	33,91	455	620	385	509
Rubí	15,82	510	901	441	691
Santa Margarida i els Monjos	42,81	374	438	348	420
Altafulla	71,67	29	179	33	189
L'Aldea	147,95	12	1	11	1

Font: Elaboració pròpia

L'exemple més extrem és, sens dubte, Rubí, municipi que *a priori* caldria considerar com a ben comunicat, tant en distància com en temps, amb Barcelona, ja que hi ha una via ràpida, els Túnel de Vallvidrera, que uneixen ambdós municipis. Una part important de la posició tan dolenta de Rubí en els indicadors de temps, en un dels quals ocupa el lloc 902, pot explicar-se per la longitud del tram urbà que cal fer per anar a Barcelona, ja que aproximadament una quarta part del recorregut és estrictament urbà. En termes absoluts, és un tram que també cal recórrer en els desplaçaments des d'altres municipis, però en termes relatius el tram va perdent importància a mesura que la distància amb Barcelona augmenta, la qual cosa explicaria que en els municipis més allunyats, la posició, tan en temps com en distància, sigui més semblant.

Aquesta argumentació, que explicaria una connexió dolenta de Rubí respecte del temps, menaria, per altra banda, a la conclusió que Rubí hauria d'estar ben comunicat respecte de la distància, en tant que una part important del recorregut fins a Barcelona és urbà i en línia recta. S'observa, en canvi, que res més lluny de la realitat ja que, de tots els municipis alineats al voltant de l'A-7 que s'han destacat, és precisament el que té una

s'extrauran són completament independents d'aquesta elecció.

accessibilitat mesurada en distància més dolenta. Però no només això, sinó que l'accessibilitat, independentment del tipus d'indicador, millora a mesura que ens allunyem de Barcelona, ja sigui cap al nord o cap al sud. Això és possiblement la conclusió més rellevant que pot extreure's de la taula 3, i que requereix una reflexió més detallada: aquest mateix fenomen s'ha observat en altres situacions, de manera que quan es confronten els resultats de municipis situats en un mateix eix viari, i de característiques similars, els més allunyats de Barcelona mostren sempre valors d'accessibilitat significativament majors que els municipis més propers a la capital.

Encara que sembli contradictori amb algun dels arguments enunciats, el motiu per a la millor accessibilitat dels municipis situats en els extrems, no és un altre que la mateixa llunyania respecte de Barcelona. Per fer més comprensible el raonament, s'ha portat la situació al límit, consistent en prescindir de la resta de municipis, com si en el càlcul de l'accessibilitat només fos important la relació que mantenen amb Barcelona. A més, i per clarificar l'argument, es prendran dos municipis hipotètics, un de molt proper a Barcelona, i un altre de més allunyat (vegeu en el gràfic 1, els municipis A i B, respectivament, i el seu enllaç en línia recta fins a Barcelona dibuixat a partir d'un traç discontinu). Suposem també igualtat de condicions en quant a la connexió a través de la xarxa viària amb Barcelona, i que consisteix en una carretera que surt de cadascun dels municipis (primer tram prim corresponent al gràfic 1), que enllaça amb un angle de 90 graus amb una autopista que fa l'aproximació fins a tocar de Barcelona (tram gruixut), on cal arribar-hi a partir d'una altra carretera (segon tram prim), enllaçada també amb un angle recte.

En el cas hipotètic del municipi més proper a Barcelona, si l'aproximació a l'autopista té la mateixa distància que el tram d'autopista que cal recórrer (tram gruixut d'igual longitud que cadascun dels trams prim), aleshores la relació entre la distància a través de la xarxa i la distància en línia recta és de l'ordre de 1,3416, és a dir que per la xarxa es fa un 34,16 % més de distància de la que cal fer en línia recta. Vegem-ho.

La distància a través de la xarxa viària (D) es pot expressar com :
 $D = D_A + 2D_C$, on A és el tram recorregut per autopista i C el de cadascuna de les carreteres
 Si $D_A = D_C$, aleshores $D = 3D_A$
Per la seva banda, la distància ideal, és a dir, en línia recta (DI) s'expressa com :

$$DI = 2\sqrt{D_A^2 + \frac{D_A^2}{4}} = 2D_A\sqrt{\frac{5}{4}} = D_A\sqrt{5}$$

de manera que la relació entre ambdues és : $\frac{D}{DI} = \frac{3D_A}{D_A\sqrt{5}} = 1,3416$

I no només això, sinó que si la xarxa principal (tram gruixut) permet la velocitat màxima, mentre que les aproximacions (trams prim) s'han de dur a terme, per exemple, a 50 km/h, aleshores la relació entre el temps a través de la xarxa i el temps en línia recta és de l'ordre de 2,5938, és a dir, es triga 2,6 vegades més per la xarxa que en un traçat ideal.

$$\begin{array}{l} V_A = 120 \text{ km/h} \\ V_C = 50 \text{ km/h} \\ D_A = D_C \end{array} \quad T = \frac{D_A}{120} + \frac{2D_C}{50} = \frac{D_A}{120} + \frac{2D_A}{50} = \frac{29D_A}{600}$$

Per la seva banda, el temps ideal (TI), és a dir, en línia recta per una autopista s'expressa com :

$$TI = \frac{D_A \sqrt{5}}{120}, \text{ de manera que la relació entre ambdues és: } \frac{T}{TI} = \frac{\frac{29D_A}{600}}{\frac{D_A \sqrt{5}}{120}} = \frac{29}{5\sqrt{5}} = 2,2938$$

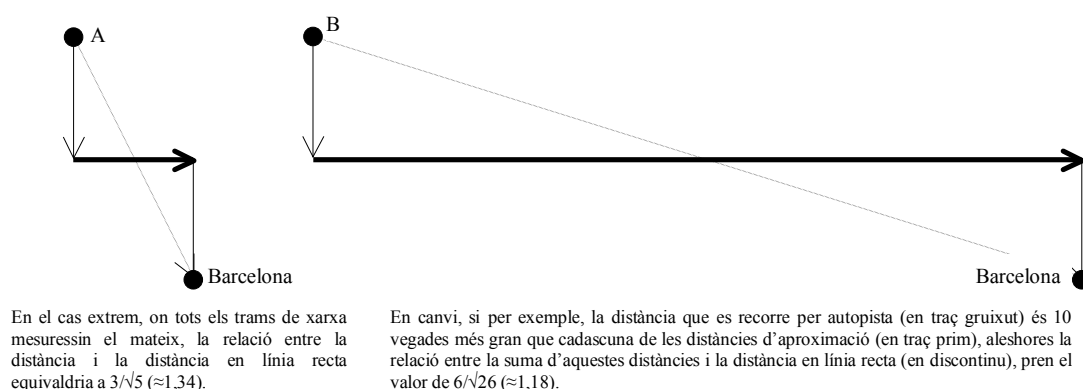
En canvi, a mesura que s'observa un municipi més allunyat de Barcelona, la relació esdevindrà menor, de manera que si la llargària de l'autopista (tram gruixut) és deu vegades més gran que cadascuna de les carreteres secundàries (tram prim), aleshores només cal fer un 17,67 % més de trajecte per la xarxa que el necessari en línia recta. I si es consideren les anteriors velocitats, de manera que per la via ràpida es pot circular a 120 km/h, mentre que les aproximacions cal fer-les a 50 km/h, aleshores el temps per la xarxa és un 45,13 % superior que el temps en línia recta. Vegem-ho.

$$\begin{array}{l} \text{Respecte de la distància, en aquest cas, } D = D_A + 2D_C = 10D_C + 2D_C = 12D_C, \\ \text{mentre que la distància ideal és } DI = 2\sqrt{D_C^2 + \frac{D_A^2}{2}} = 2\sqrt{D_C^2 + \frac{100D_C^2}{4}} = 2D_C\sqrt{26}, \\ \text{de manera que la relació entre ambdues és } \frac{D}{DI} = \frac{12D_C}{2D_C\sqrt{26}} = \frac{6}{\sqrt{26}} = 1,1767 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Respecte del temps, en aquest cas, } T = \frac{D_A}{120} + \frac{2D_C}{50} = \frac{10D_C}{120} + \frac{2D_C}{50} = \frac{37D_C}{300}, \\ \text{i el temps ideal, } TI = \frac{DI}{120} = \frac{2D_C\sqrt{26}}{120} = \frac{D_C\sqrt{26}}{60}, \\ \text{de manera que la relació queda, } \frac{T}{TI} = \frac{\frac{37D_C}{300}}{\frac{D_C\sqrt{26}}{60}} = \frac{37}{5\sqrt{26}} = 1,4513 \end{array}$$

Encara que les magnituds utilitzades en els dos exemples són extremes, la lògica és la mateixa si se n'utilitzen de més properes a la realitat. En un municipi del Vallès Occidental o del Vallès Oriental relativament proper a l'autopista, és possible que l'aproximació a aquesta sigui vint vegades inferior que el tram d'autopista que va fins a Barcelona. En aquest cas la distància per la xarxa és un 9,45 % més gran que la distància en línia recta. En canvi, un municipi de l'Alt Empordà que tingui una aproximació unes cent vegades inferior al tram d'autopista, només es troba un 1,98 % més allunyat a través de la xarxa que seguint una línia recta. En el cas del temps com a mesura de la impedància, i seguint amb les velocitats assignades anteriorment, el primer, el municipi més proper, trigarà un 23,38 % més fent el trajecte real que l'ideal, mentre que el segon, el més allunyat, només trigarà un 4,78 % més (no es reproduïxen els desenvolupaments per arribar a aquest resultat, ja que són anàlegs als anteriors).

Figura 1.- Esquema clarificador de quina aportació fa a l'accessibilitat la relació entre la distància en línia recta i la distància per la xarxa, en funció de la separació física dels municipis



Font: Elaboració pròpia

Unes diferències tan importants incidiran i afectaran molt el resultat final dels indicadors: sistemàticament, els municipis més propers a Barcelona tindran una accessibilitat més dolenta que els municipis més allunyats, però no tan sols això, sinó que la diferència entre els més propers i els més allunyats a la capital serà més gran si es tenen en compte els indicadors de temps que si s'utilitzen els indicadors de distància.

La conclusió que una proximitat en termes absoluts acaba generant una llunyania en termes relatius, la qual afecta molt negativament als indicadors d'accessibilitat, posa en evidència la

validesa d'aquests indicadors, en tant que no sembla raonable pensar que la proximitat absoluta a un municipi que ofereix moltes oportunitats hagi de ser contraproductent per a l'accessibilitat, sinó tot el contrari.

5.- A manera de conclusió

En totes les definicions d'accessibilitat donades s'ha utilitzat tant la distància com el temps com a mesures de la impedància, mentre que s'ha descartat, per una major subjectivitat i dificultat d'operativització, la utilització de la despesa del desplaçament. Respecte de la idoneïtat d'utilitzar la distància o el temps, cal assenyalar que el temps és també un valor menys objectivable, ja que requereix l'assignació d'una velocitat a cada tram de xarxa, velocitat que en realitat és molt variable i que a la pràctica està subjecta a diferents possibles errors. En canvi, el seu principal avantatge és que s'ajusta més al comportament de les persones quan han d'escollir entre dues alternatives de traçat: malgrat que la distància mínima pugui semblar molt raonable, si comporta, per exemple, creuar una gran ciutat, és més que probable que els individus busquin una alternativa per una circumval·lació, encara que aquesta comporti més quilòmetres.

Una altra diferència entre ambdós és que la utilització del temps mínim redueix el valor dels indicadors d'accessibilitat per a les grans urbs, en tant que per a qualsevol desplaçament caldrà sempre realitzar un tram interior, des del centre fins a la sortida, i aquest tindrà assignada una velocitat inferior a la resta de la xarxa viària. Contràriament, la distància les premia, ja que és més probable que hi hagi vies en línia recta que permetin desplaçar-se des del centre fins a les sortides. De les dues premisses, possiblement la més encertada sigui la primera, en tant que té més en compte qüestions com els col·lapses circulatoris que sovint es produeixen a l'interior de les ciutats, i que en dificulten la seva accessibilitat.

A banda d'aquesta primera divisió entre la distància i el temps, els principals indicadors d'accessibilitat es poden agrupar en dos grans grups: els anomenats «absoluts» i els «relatius». Els primers es caracteritzen per tenir únicament en compte la impedància real entre localitzacions, de manera que inevitablement seran els nodes que ocupen una posició central en el territori els que presentin uns majors nivells d'accessibilitat, pel fet de presentar unes impedàncies menors respecte la resta, mentre que, per contra, les localitzacions perifèriques ocuparan, inexorablement, les posicions més baixes en el rànquing d'accessibilitat.

Per tal de solucionar aquesta qüestió –que, tot sigui dit de pas, no resulta errònia conceptualment–, els anomenats indicadors relatius deuen el seu nom a la relació que s'estableix entre la impedància real i aquella que es considera ideal –en línia recta–, de manera que la seva interpretació és en termes de quina desviació presenta l'accessibilitat observada respecte la màxima possible.

Una de les característiques en els indicadors relatius quan fan servir el temps com a mesura de la impedància, és la necessitat de definir un temps en línia recta i per tant una velocitat en línia recta. Es tracta, com hem vist, d'una necessitat fictícia, ja que aquesta velocitat només actua com a factor d'escala, de manera que, en realitat, la relativització del temps es fa respecte de la distància en línia recta i, per tant, l'assignació d'una o altra velocitat no alterarà els resultats.

Malgrat que la utilització en els indicadors relatius de la relació entre la impedància real i la impedància ideal permet eliminar els efectes de localització de manera que, si més no teòricament, són més útils per al càlcul de l'accessibilitat, la utilització de mesures relatives genera sovint altres problemes de difícil solució, com pot ser el fet que, a igualtat de condicions, entre dos municipis pròxims l'accessibilitat sempre serà menor que entre dos municipis allunyats, de manera que en certa mesura sobrevaloren l'accessibilitat dels municipis situats en els límits de l'àrea estudiada.

A més d'aquesta doble disjuntiva distància/temps i absoluts/relatius, molts autors assenyalen la necessitat d'incloure la utilitat de cada destinació en la mesura de l'accessibilitat. Malgrat que les possibilitats per fer-ho són múltiples i l'elecció d'una o una altra es troba en funció, sobretot, de l'objecte d'estudi, la variable que sovint s'utilitza, i que ha estat adoptada aquí, és la població de cada un dels nodes, l'ús de la qual presenta una sèrie d'avantatges respecte la resta de possibilitats, entre les quals destaca la facilitat d'obtenció i la facilitat d'interpretació.

La introducció de la dimensió dels nodes mesurada a partir de la població de cada un dels municipis mostra clarament el pes important que Barcelona i el seu continu urbà representa sobre la resta del territori català, i que, en termes de població, es pot resumir en el 24 % del total només per a la capital catalana. Aquesta elevada concentració de la població té, lògicament, efectes molt clars sobre la distribució dels nivells d'accessibilitat en els indicadors que tenen en compte la població de les localitzacions de destinació, de manera que, en tots els casos, l'element realment important per assolir un bon nivell d'accessibilitat

és, gairebé exclusivament, l'obtenció d'una bona comunicació –tant en termes absoluts com relatius– respecte la capital catalana i el seu continu urbà.

Arribats a aquest punt, cal distingir els efectes que té la consideració de la importància del lloc de destinació en els indicadors absoluts respecte dels relatius. En els primers, el resultat de comparar els indicadors amb la mesura directa de la impedància amb Barcelona mostra uns coeficients de determinació superiors al 98 %, una importància sens dubte desmesurada i que posa en evidència aquest tipus d'indicadors.

En canvi, en alguns dels indicadors relatius, la importància de Barcelona ja és molt menor, de manera que se situa al voltant del 80 %, que no ha de ser forçosament considerat com a un element que en desacrediti la validesa: si el pes relatiu de la població de la Regió Metropolitana és del 70 % respecte el total català, no resulta descabellat pensar que aproximadament aquest hagi de ser el percentatge explicatiu de l'accessibilitat dels municipis catalans.

Malgrat tot, sí que es desacredita la incorporació de la població en els indicadors absoluts com a conseqüència del seu comportament en la comparació entre el què succeeix en les distàncies curtes respecte de les llargues, que agreujat per la importància del pes de la població de Barcelona acaba generant un indicador que, sistemàticament, perjudica els municipis més pròxims a la capital, mentre que beneficia els més allunyats. En aquest cas, i paradoxalment, per un efecte pervers d'aquests indicadors, una major proximitat en termes absoluts a les grans concentracions de població, acaba generant una menor accessibilitat.

Bibliografia

AJENJO COSP, Marc; ALBERICH GONZÁLEZ, Joan (2003). *El uso de la variable población en los indicadores de accesibilidad*. [Comunicació presentada al «XVIII Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles», celebrat a Barcelona, 24-27/09/2003, no publicada].

ÁNGEL ALMARIO, Sandra Liliana (2001). «Efectos estructurales sobre el territorio por la implantación de una estación en una población intermedia entre Guadalajara y Zaragoza en la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-Frontera francesa» [Comunicació presentada al «III Congreso Internacional de Ordenación del Territorio», celebrat a Gijón, 3-6/07/2001, no publicat].

BARADARAN, Siamak; RAMJERDI, Farideh (2001). «Performance of accessibility measures in Europe». *Journal of Transportation and Statistics*, 4 (2/3), p. 31-48.

BAREA LÓPEZ, Pedro; MARTÍNEZ ÁLVARO, Óscar (2002). «Metodologías de evaluación de la accesibilidad y nuevos enfoques» [Comunicació presentada al «V Congreso de Ingeniería del Transporte», celebrat a Santander, 11-13/06/2002, no publicat].

CALVO PALACIOS, José Luis; JOVER YUSTE, José Miguel; PUEYO CAMPOS, Ángel; ALONSO LOGROÑO, Pilar (1993). «Matización de los valores cartográficos de accesibilidad por carretera de la España peninsular en función de la variable demográfica (1992)» a VV.AA. *IV Jornadas de la Población Española*, p. 191-200. La Laguna: Universidad de La Laguna.

DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES. GENERALITAT DE CATALUNYA (1987). *Pla de carreteres. Volum I*. Barcelona: Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

ESQUIUS, Andreu; FONT, Meritxell; LÓPEZ, Raquel; ULIED, Andreu (2002). «El model de demandes de trànsit per carreteres del sistema SIMCAT». *Perspectives Territorials*, 4, p. 3-18. [se'n pot trobar igualment una versió digital a la pàgina web <http://www.mcrit.com/SIMCAT/index.htm>].

GEERTMAN, Stan C. M.; RITSEMA VAN ECK, Jan R. (1995). «GIS and models of accessibility potential: an application in planning». *International Journal of Geographical Information Systems*, 9 (1), p. 67-80.

GEURS, K. T.; RITSEMA VAN ECK, J. R. (2001). *Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenarios, and related social and economics impacts* [Informe elaborat pel «National Institute of Public Health and the Environment», no publicat, però disponible a la web www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/408505006.html].

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier; MONZÓN DE CÁCERES, Andrés (1993). «La accesibilidad a los centros de actividad económica antes y después del Plan Director de Infraestructuras». *Estudios Territoriales*, 97, p. 385-395.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier; URBANO, Paloma; GÓMEZ CERDÁ, Gabriel; GONZÁLEZ AGUAYO, Rafael (1994) «Accesibilidad por carretera en la Unión Europea». A: JUSTICIA SEGOVIA, Agustín [ed.], *Perfiles actuales de la geografía cuantitativa en España. Comunicaciones presentadas en el VI Coloquio de Geografía Cuantitativa*, p. 347-356. Málaga: Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y Grupo de Métodos Cuantitativos de la Asociación de Geógrafos Españoles.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier; URBANO, Paloma (1996). «Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network». *Journal of Transport Geography*, 4 (1), p. 15-25.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier; GONZÁLEZ AGUAYO, Rafael; GÓMEZ CERDÁ, Gabriel (1996) «The European high-speed train network. Predicted effects of accessibility patterns». *Journal of Transport Geography*, 4 (4), p. 227 - 238.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier; MONZÓN DE CÁCERES, Andrés; PIÑERO, José María (1998). «Accessibility, network efficiency, and transport infrastructure planning». *Environment and Planning A*, 30 (8), p. 1337-1350.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier; JARO, Lorenzo (1999) «Impacto de la nueva línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-frontera francesa en la accesibilidad del sistema de ciudades español». *Estudios de Construcción, Transportes y Comunicaciones*, 85, p. 51-81.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier; GÓMEZ CERDÁ, Gabriel (1999). «The impact of orbital motorways on intra-metropolitan accessibility: the case of Madrid's M-40». *Journal of Transport Geography*, 7 (1), p. 1-15.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier (2001). «Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border». *Journal of Transport Geography*, 9 (4), p. 229-242.

HERCE VALLEJO, Manuel (1983). «La utilización de indicadores topológicos en el análisis de redes de comunicaciones. Ensayo sobre la red de carreteras de Cataluña». *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 3, p. 3-45.

INGRAM, R. (1971). «The concept of accessibility: a search for an operational form». *Regional Studies*, 5, p. 101-107.

LEVINSON, David M. (1998). «Accessibility and the journey to work». *Journal of Transport Geography*, 6 (1), p. 11-21.

MAKRI, Maria-Christina; FOLKESSON, Carolin (s. d.). Accessibility measures for analyses of land use and travelling with geographical information systems [consultable a <http://www.tft.lth.se/kfbkonf/4Makrifolkesson.pdf>].

MAKRI, Maria-Christina (2001). *Accessibility indices. A tool for comprehensive land-use planning* [Informe elaborat pel «TLEnet. The Nordic Research Network on Modelling Transport, Land-Use and the Environment. 5th workshop», consultable a la web <http://www.infra.kth.se/tlenet/meet5/papers/Makri.pdf>].

MONZÓN DE CÁCERES, Andrés (1988). «Los indicadores de accesibilidad y la planificación del transporte: concepto y clasificación». *TTC: Revista del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones*, 35, p. 11-18.

NOGALES GALÁN, José Manuel; GUTIÉRREZ GALLEGO, José Antonio; PÉREZ ÁLVAREZ, Juan Antonio (2002). «Análisis de accesibilidad a los centros de actividad económica de Extremadura mediante técnicas SIG». *Mapping Interactivo*, 11 [publicació digital].

SCHÜRMANN, C. K. SPIEKERMANN, C.; WEGENER, M. (1997). *Accessibility indicators: model and report (SASI Deliverable D5)* [informe elaborat per l'«Institut für Raumplanung, Universität Dortmund, no publicat, però disponible a la web <http://irpud.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/sasi/sasid5.htm>]

VAN WEE, Bert; HAGOORT, Michel; ANNEMA, Jan Anne (2001). «Accessibility measures with competition». *Journal of Transport Geography*, 9 (3), p. 198-208.